

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ СЕЙСМОЛІТМОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ

© Б.В. Пилипишин, І.В. Хавензон, О.В. Ізотова, І.В. Гук, 2009

Львівське відділення Українського державного геологорозвідувального інституту, Львів, Україна

Results of seismic data processing and interpretation have been given due to using new original methods of seismolithmological analysis. They are given in the form of two programme-methodical complexes, that of "Seismocyclit" and that of "AFCM" (amplitude-frequency characteristics of the medium) which have been used in different oil-and-gas bearing regions of Ukraine and successfully applied to perspective structures of the Kazakhstan Republic. The proposed methodology makes it possible to significantly increase the effectiveness of geological prospecting works at all stages.

Вступ. Проблеми прогнозування покладів вуглеводнів присвячені, зважаючи на її актуальність, численні праці. Для її вирішення застосовують різноманітні підходи і методи. Автори цієї роботи послідовно використовують теорію седиментаційної циклічності [1–3]. Основні поняття в ній чітко виражені і порівняно легко підлягають формалізації з метою подальшої побудови методів. Нами створено програмно-методичний комплекс (ПМК) "Сейсмоцикліт", що реалізовує принципи виділення циклітів. ПМК "Сейсмоцикліт" призначено й успішно використовують для стратиграфічного ототожнення відбивних поверхонь і виконання структурних побудов по них. Для виділення порід-колекторів у літолого-стратиграфічних комплексах геологічного розрізу створено ПМК визначення амплітудно-частотної характеристики середовища (АЧХС). Він ґрунтується на використанні флуктуацій параметрів регулярного сигналу. Запропоновані програмно-методичні комплекси застосовували у різних нафтогазоносних регіонах України та Республіки Казахстан [4–6].

Основні елементи ПМК "Сейсмоцикліт" і АЧХС. ПМК "Сейсмоцикліт" та АЧХС є самостійними комплексами, застосування яких дає змогу суттєво підвищити ефективність результатів комп'ютерної обробки сейсмічних даних і даних ГДС. Ці комплекси розвиваються у напрямі як створення нових програм, так і розробки нових схем обробки геолого-геофізичної інформації. За модульним принципом побудови програмної частини комплексів можна доповнювати їх новими програмами і здійснювати будь-яку необхідну послідовність обробки даних. Єдине обмеження — узгодження програм на рівні форматів вхідних-вихідних даних.

Структурно в ПМК "Сейсмоцикліт" можна виділити такі групи програм:

- фільтрації;
- корекції форми і вирівнювання сигналу;

- зваженого сумування;
- сортування і вибірки;
- побудови цикліт-розрізів;
- побудови кольорових сейсмолітмологічних розрізів.

У процесі виконання робіт на досліджуваних площах уперше були побудовані кольорові сейсмолітмологічні розрізи на основі арктангенса відношення значення сигналу до середнього значення модуля екстремумів півперіодів часового розрізу. Отримані кольорові розрізи дали нам змогу впевнено простежити геологічні розломи і можливі канали підводу вуглеводнів. Значною мірою цього вдалося досягти завдяки специфічному підходу до кольорування часових розрізів, який полягає у тому, що колір є результатом розрахунків за певним алгоритмом сумарного сигналу на основі вузькосмугових складових.

За допомогою розробленої нами методики перекладення даних ГДС з метричного в часовий масштаб і побудови цикліт-колонок нам вдалося ефективно вирішити завдання кореляції даних сейсміки і каротажу, а також кореляції фаз часових розрізів. Запропонований і реалізований нами підхід дає змогу практично уникнути помилок при цьому.

ПМК АЧХС — це комплекс, який створений з метою виявлення зон ущільнення і розущільнення порід. Вхідними даними для нього є результати обробки сейсмічних даних ПМК "Сейсмоцикліт". У програмній структурі комплексу АЧХС можна виділити такі основні групи програм:

- розрахунку статистичних характеристик значень амплітуд і частоти часових розрізів;
- трансформації розрізів;
- кольорування розрізів.

Нами побудовано два типи розрізів АЧХС. Для виявлення зон ущільнення і розущільнення порід застосовано підхід, близький до побудови кольорових сейсмолітмологічних розрізів, тобто значення кольорів розраховували на основі інших

характеристик сейсмічного сигналу, ніж для побудови кольорових сейсмолітологічних розрізів.

Крім того, нами побудовано кольорові розрізи АЧХС, для отримання яких застосовано стандартний підхід до створення кольорових зображень. Суть його полягає в тому, що діапазон зміни досліджуваного параметра розбивали на інтервали, причому кожному інтервалу відповідає певний колір. Далі маркували кожен інтервал певним кольором, який відповідає значенню досліджуваного параметра у цій точці. Часові межі зміни кольору маркували білим кольором, що дає змогу краще простежити структурні зміни на часовому розрізі. Кольорова палітра при цьому є зовнішнім параметром програм кольорування, тому кожен користувач може змінювати її на свій розсуд.

Таким чином, отримано кольорові розрізи як для амплітудних, так і для частотних характеристик сейсмічних розрізів. Цей підхід дає змогу чітко виділяти на часовому розрізі зони, які мають однакові або близькі амплітудно-частотні характеристики.

Застосування ПМК “Сейсмоцикліт” та АЧХС на різних ділянках досліджень починається з важливого етапу адаптації комплексів до реальних геологічних умов. Ця процедура досить трудомістка відносно часу і потребує значних витрат дорогих матеріалів. Щоб прискорити цей процес і зробити його менш матеріаловитратним, ми розробили і застосували нові підходи до реалізації процесу адаптації, зокрема методику використання розширених циклітів.

Розробка нових ефективних схем застосування ПМК “Сейсмоцикліт” та АЧХС на всіх етапах обробки геолого-геофізичної інформації є не менш важливим завданням, ніж створення нових

програм. Практика показує, що навіть мінімальна корекція схеми обробки може дати суттєвий результат.

На сьогодні можна стверджувати, що розроблені нами ПМК “Сейсмоцикліт” та АЧХС є оригінальними й унікальними інформаційними технологіями, які багато в чому не мають аналогів. Їх застосування на базі потужної сучасної комп’ютерної техніки дає змогу швидко та ефективно вирішувати завдання пошуку покладів.

Результати застосування методів сейсмолітологічного аналізу. Продемонструємо можливості й результати обробки та інтерпретації сейсмічних даних з використанням ПМК “Сейсмоцикліт” та АЧХС на конкретних прикладах.

Зазначений комплекс дає змогу отримувати сумарні часові розрізи СГТ з покращеним співвідношенням сигнал/завада, що демонструються на прикладі одного з профілів, який проходить через Шебелинське родовище (рис. 1). Наступний етап обробки даних – побудова цикліт-розрізів для виконання стратиграфічного ототожнення (прив’язки) горизонтів, утворених відбитими хвилями на сумарних розрізах, та їх прослідковування (кореляція). Ототожнення здійснено за зіставленням цикліт-колонок з цикліт-розрізами.

Цикліт-колонки можуть бути розраховані за діаграмами одного або кількох видів каротажу (акустичний, радіоактивний, електричний). Цифрові масиви кожної з кривих каротажу обробляють як точковий сейсмічний імпульс. На рис. 2, а показано фрагмент каротажної діаграми гамма-каротажу свердловини та обчислені за цими даними цикліт-колонки у глибинному та часовому масштабах. Форма циклітів для кожного стратиграфічного горизонту на обох цикліт-колонках є подібною.

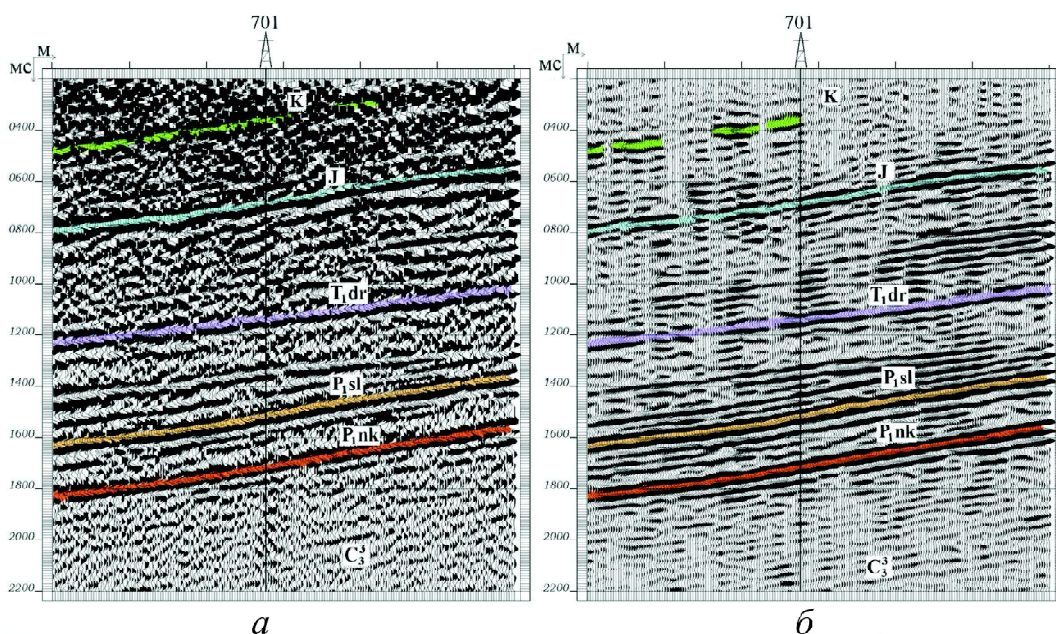


Рис. 1. Часовий розріз СГТ після застосування стандартних методів обробки (а) і процедур ПМК “Сейсмоцикліт” (б)

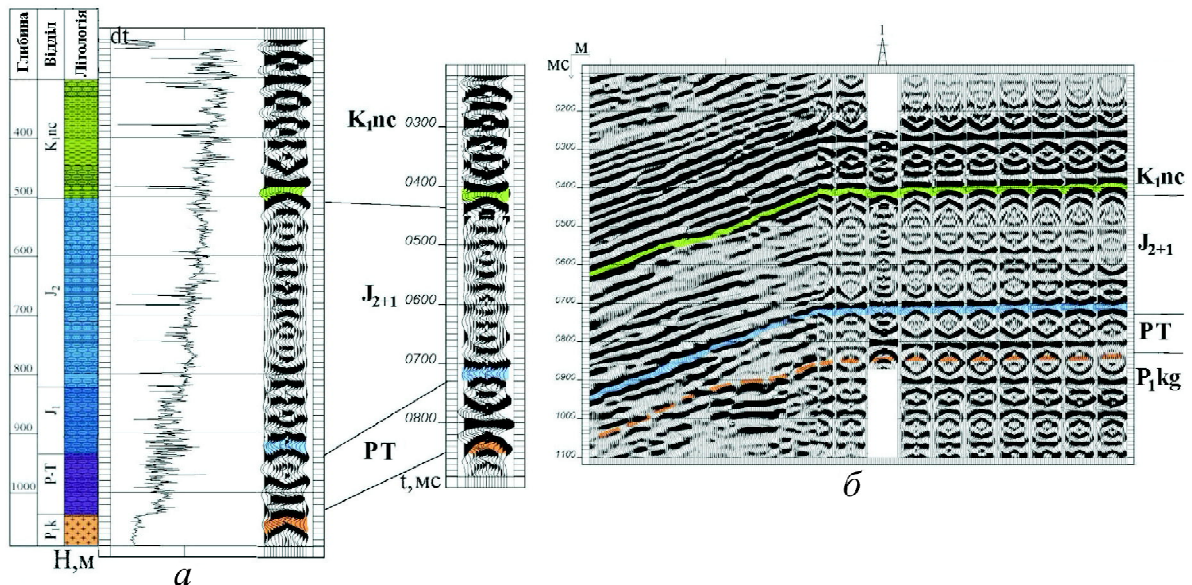


Рис. 2. Цикліт-колонки в глибинному й часовому масштабах (а) і сумарний розріз СГТ з фрагментом цикліт-розрізу й цикліт-колонкою по свердловині (б)

Наступний крок процедури стратиграфічного ототожнення відбивних сейсмічних горизонтів – порівняння форм циклітів на цикліт-розрізах із формами цикліт-колонок. Процедура перерахунку цикліт-колонок триває доти, доки час і форма цикліту на цикліт-колонці не збігатимуться із часом та формою на цикліт-розрізі. Такий перебір виконуємо для кожного літолого-стратиграфічного комплексу окремо. Рис. 2, б ілюструє кінцевий результат стратиграфічного ототожнення відбивних горизонтів сумарного розрізу.

Робота ПМК “Сейсмоцикліт” завершується побудовою кольорового сейсмолітологічного розрізу, на якому яскраво відображаються ділянки, що мають більш монолітний характер, та суб-вертикальні зони підвищеної проникності порід (канали підведення), по яких мігрують флюїди з

нижчезалягаючих товщ у вищезалягаючі. На рис. 3 показано канал підведення вуглеводнів, який у цьому випадку одночасно є і тектонічним порушенням.

ПМК АЧХС, на відміну від ПМК “Сейсмоцикліт”, ґрунтується на використанні нерегулярної складової сейсмічного поля. Фізично очевидно, що шумова складова значно змінюється за наявності в геологічному розрізі зон розвитку колекторів й покришок. Базуючись на гіпотезі, що розушльнені зони мають зумовлювати розтяг сигналу, а ущільнені – його стиск, ми фактично працюємо з фазомодульованим сигналом. Наведені факти дали змогу створити схему розрахунку (алгоритм) стиску–розтягу сигналів, тобто зон розвитку колекторів і покришок. Для цього використовували розрізи АЧХС, істотною й відмінною

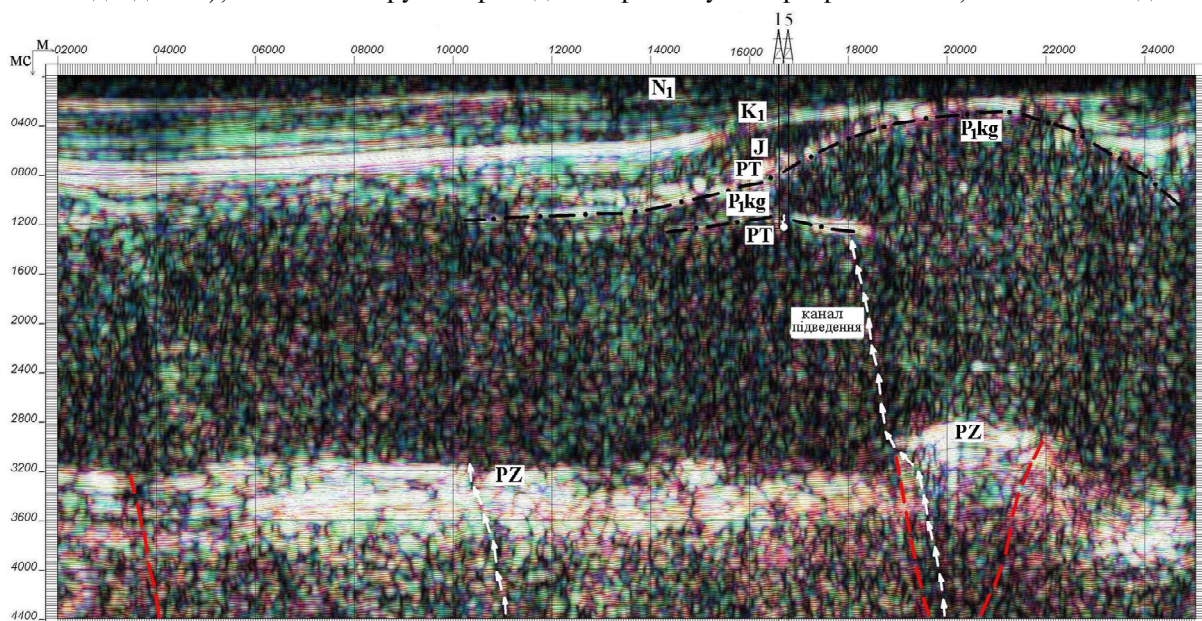


Рис. 3. Сейсмолітологічний розріз

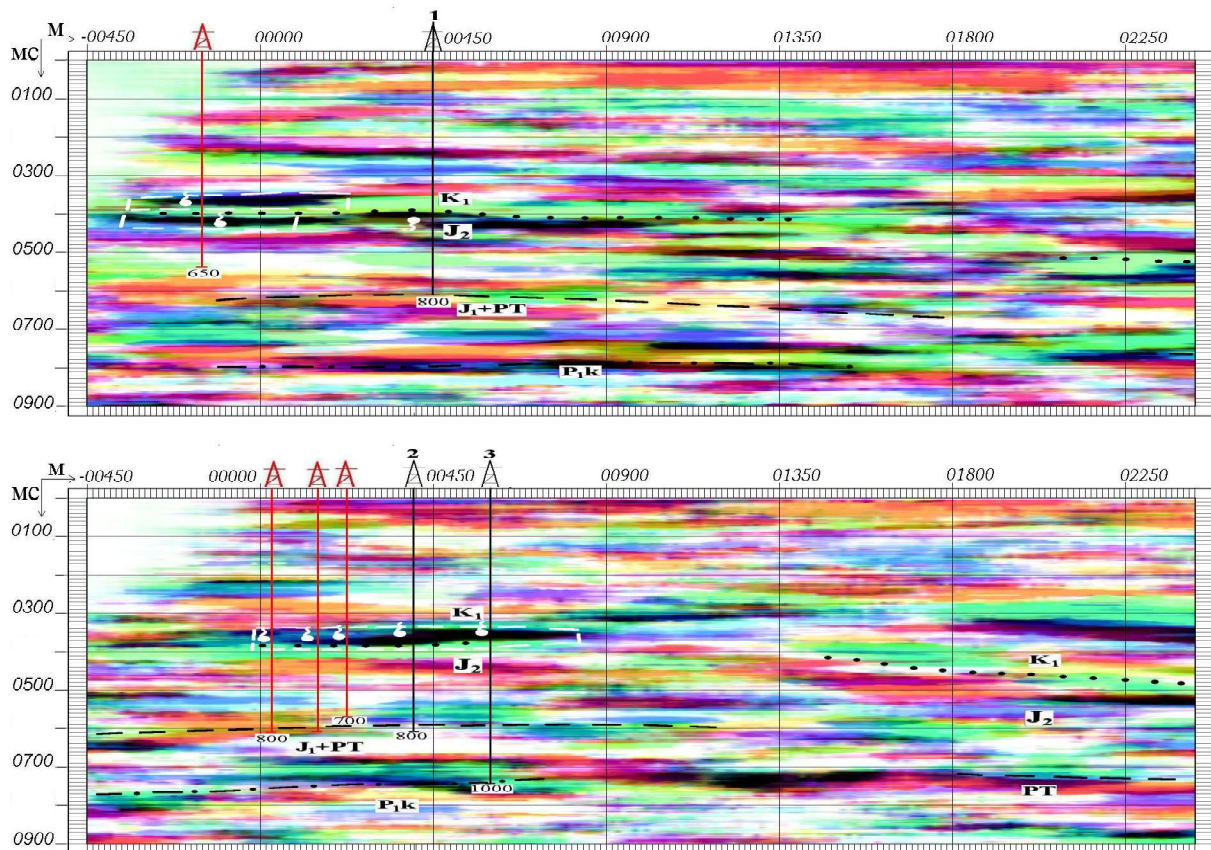


Рис. 4. Розрізи АЧХС

рисую яких є факт розрахунку кольору, а не його призначення. Зміна кольору на розрізах АЧХС відображає зміну колекторних властивостей розрізу. У цьому варіанті розрахунків породи-колектори відображаються на розрізах АЧХС темно-синім і чорним кольорами (рис. 4). Ефективність методики підтверджена на кількох структурах і родовищах. На ілюстрованих розрізах АЧХС показано чотири свердловини (червоний колір), пробурені з урахуванням наших рекомендацій, з яких отримано продукцію в теригенному розрізі на одному з родовищ Республіки Казахстан.

Згідно з геоелектричною моделлю родовища вуглеводнів, поклад і епігенетично змінені породи характеризуються аномальною поведінкою поздовжнього електричного опору. Інформація про розподіл опорів порід як по вертикалі, так і по латералі може бути отримана з використанням електромагнітних зондувань становленням поля в ближній зоні (ЗСБ). Найефективнішою є обробка кривих ЗСБ інтегральним способом [7]. Наявність структурної форми і підвищеного електричного опору на рівні каналу підведення і на рівні покрівлі золочівської світи верхнього девону є пошуковою ознакою наявності вуглеводнів у пастці (рис. 5).

Висновки. ПМК “Сейсмоцикліт” та АЧХС дають змогу: виконувати побудову сумарних розрізів з покращеним співвідношенням сигнал/завада внаслідок усунення регулярних й нерегулярних хвиль/завад, що не відповідають принци-

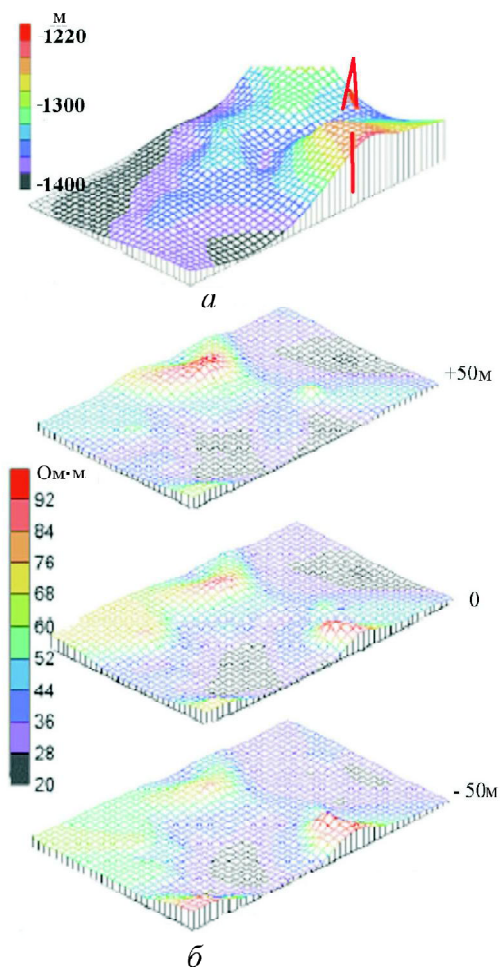


Рис. 5. Об'ємні зображення: а – відбивного горизонту; б – значень поздовжнього опору на різних рівнях

пу взаємності в сейсморозвідці; здійснювати стратиграфічне ототожнення відбивних горизонтів, використовуючи каротажні діаграми у формі циклітів; виявляти структурні особливості геологічного розрізу, зокрема шляхи міграції – канали підведення вуглеводнів; виділяти зони розвитку колекторів і флюїдоупорів; прогнозувати наявність вуглеводнів у пастці.

Запропонована методика прогнозування покладів вуглеводнів може бути використана на будь-яких етапах геологорозвідувальних робіт, що суттєво підвищить їх ефективність.

1. *Карогодин Ю.Н.* Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 242 с.
2. *Мушин И.А., Бродов Л.Ю.* Прогнозирование седиментационных циклитов по данным сейсморозведки // Докл. АН СССР. – 1985. – **280**, № 5. – С. 1097–1100.
3. *Бродов Л.Ю., Мушин И.А.* Спектрально-временной анализ сейсмических данных при структурно-формационной интерпретации // Геология и геофизика. – 1985. – № 9. – С. 114–125.
4. *Пилипишин Б.В., Хавензон И.В., Гук И.В., Королюк П.О.* Прогнозування покладів вуглеводнів шляхом комплекс-

сування методів сейсмолітологічного аналізу (ПМК “Сейсмоцикліт” та ЗСБ (інтегральний спосіб)) // Георетичні та прикладні проблеми нафтогазової геології: Зб. наук. праць. Т. 1. – К.: ІГН НАН України, 2000. – С. 301–307.

5. *Пилипишин Б.В., Хавензон И.В., Гук И.В.* Методика прогнозування залежностей вуглеводородов по комплексу геофизических данных // Геофизика XXI века – прорыв в будущее: Междунар. геофиз. конф. и выставка (Москва, 1–4 сент. 2003 г.). – М.: ЕАГО и др., 2003. – С. 664–669.
6. *Пилипишин Б.В., Кабанов В.Г., Поліщев А.В., Хавензон И.В.* Ділянка Голіцино: результати випробування сейсмолітологічного аналізу та комплексної інтерпретації геолого-геофізичних даних // Проблеми геодинамики и нефтегазоносности Черноморско-Каспийского региона: Тез. докл. V Междунар. конф. (Крым, Гурзуф, 8–13 сент. 2003 г.). – Симферополь: Агео, 2003. – С. 286–287.
7. *Сейфуллин Р.С., Хавензон И.В.* Особенности обработки данных метода зондирования становления поля в ближней зоне // Геофиз. журн. – 2004. – № 3. – С. 120–24.

Надійшла до редакції 11.03.2009 р.

Б.В. Пилипишин, І.В. Хавензон, О.В. Изотова, І.В. Гук

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ СЕЙСМОЛІТОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ

Наведено результати обробки та інтерпретації сейсмічних даних з використанням нових оригінальних методів сейсмолітологічного аналізу. Вони реалізовані у вигляді двох програмно-методичних комплексів: “Сейсмоцикліт” і амплітудно-частотна характеристика середовища, які використовували у різних нафтогазоносних регіонах України, а також успішно застосовували на перспективних структурах Республіки Казахстан. Запропонована методика дає змогу значно підвищувати ефективність геологорозвідувальних робіт на всіх етапах.

Б.В. Пилипишин, И.В. Хавензон, О.В. Изотова, И.В. Гук

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ СЕЙСМОЛИТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Приведены результаты обработки и интерпретации сейсмических данных с использованием новых оригинальных методов сейсмолитологического анализа. Они реализованы в виде двух программно-методических комплексов: “Сейсмоциклит” и амплитудно-частотная характеристика среды, которые использовались в разных нефтегазоносных регионах Украины и были успешно применены на перспективных структурах Республики Казахстан. Предложенная методика дает возможность значительно повышать эффективность геологоразведочных работ на всех этапах.